

PAT-NO: JP411269668A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11269668 A
TITLE: NOZZLE DEVICE, AND SUBSTRATE GRINDING DEVICE
USING
PUBN-DATE: October 5, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SHINOZUKA, SHUHEI	N/A
MIYOSHI, KAORI	N/A
FUKUNAGA, AKIRA	N/A
KOBAYASHI, YOICHI	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
EBARA CORP	N/A

APPL-NO: JP10089518

APPL-DATE: March 18, 1998

INT-CL (IPC): C23F001/08, C23F001/12 , H01L021/3065 , H01L021/304

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a polishing device capable of efficiently flattening a substrate surface in place of a conventional chemical or mechanical polishing method, or by using this method together with the conventional method.

SOLUTION: A nozzle device which is arranged opposite to a surface to be polished of a substrate W and where the corrosive gas is blown from nozzles 50 against the surface to be polished to achieve the gas polish, is provided with a nozzle assembly 38 in which a plurality of nozzles 50 are decentralized at the prescribed intervals, and control mechanisms 24, 64, 66 to

individually
control the gas flow from each nozzle.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-269668

(43)公開日 平成11年(1999)10月5日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

C 2 3 F 1/08

C 2 3 F 1/08

1/12

1/12

H 0 1 L 21/3065

H 0 1 L 21/304

6 2 1 Z

21/304

6 2 1

21/302

L

審査請求 未請求 請求項の数6 F D (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平10-89518

(22)出願日

平成10年(1998)3月18日

(71)出願人 00000239

株式会社荏原製作所

東京都大田区羽田旭町11番1号

(72)発明者 篠塚 脩平

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72)発明者 三好 かおり

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(72)発明者 福永 明

東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
荏原製作所内

(74)代理人 弁理士 渡邊 勇 (外2名)

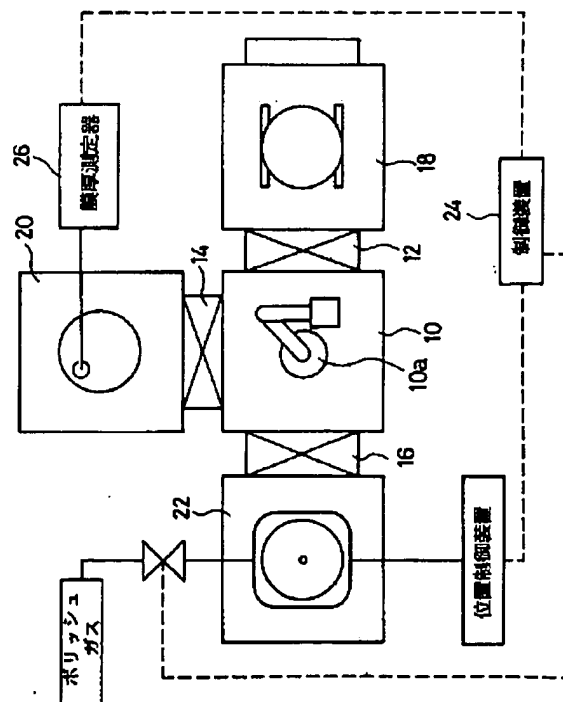
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ノズル装置及びそれを用いた基板の研磨装置

(57)【要約】

【課題】 従来の化学・機械的研磨法に替わり、あるいはこれと併用することで、基板面をより効率的に平坦化できるようなポリッシング装置を提供する。

【解決手段】 基板Wの被加工面に対向して配置され、被加工面にノズル50より腐食性のガス58を吹き付けてガスポリッシュを行なうノズル装置において、複数のノズル50が所定の間隔で分散して配置されているノズル集合体38と、各ノズルからのガスの流れを個別に制御する制御機構24、64、66とを有する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の被加工面に対向して配置され、該被加工面にノズルより腐食性のガスを吹き付けてガスポリッシュを行なうノズル装置において、複数のノズルが所定の間隔で分散して配置されているノズル集合体と、各ノズルからの前記ガスの流れを個別に制御する制御機構とを有することを特徴とするノズル装置。

【請求項2】 前記制御機構は、前記各ノズルに給気する給気管を個別に開閉する開閉弁を有し、前記開閉弁は前記ノズル集合体と一体に配置されていることを特徴とする請求項1に記載のノズル装置。

【請求項3】 前記ノズル集合体には、ノズルの間隔を調整するためのノズル位置調整機構が設けられていることを特徴とする請求項1に記載のノズル装置。

【請求項4】 隣接する前記ノズルの間隔Dが、各ノズルが単独で行った所定量のポリッシュにおけるポリッシュ形状の半価幅をdとしたときに、 $0.9d/1.177 < D \leq 1.1d/1.177$ に設定されていることを特徴とする請求項1に記載のノズル装置。

【請求項5】 請求項1ないし4のいずれかに記載のノズル装置と、化学・機械的研磨装置とが併設されていることを特徴とする基板の研磨装置。

【請求項6】 基板の被加工面に対向して複数のノズルを配置するノズル配置工程と、該ノズルより腐食性のガスを所定量ずつ間欠的にパルス状に流し、かつ各ノズルからのガス流れを前記パルス数を調整することによって制御しながら前記被加工面に吹き付けるポリッシュ工程とを備え、前記ノズル配置工程において、各ノズルの間隔Dを、各ノズルが単独で行った所定量のポリッシュにおけるポリッシュ形状の半価幅をdとしたときに、 $0.9d/1.177 < D \leq 1.1d/1.177$ に設定することを特徴とするガスポリッシュ方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、ガスポリッシング装置に用いるノズル装置に関する。ここで、ガスポリッシングとは、例えば半導体ウエハのような基板の表面に腐食性ガスを局部的に噴射して凹凸を除去して平坦化する、あるいは逆に表面に所定の凹凸を形成するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体デバイスの高集積化が進むにつれて回路の配線が微細化し、配線間距離もより狭くなりつつある。これに伴い、光リソグラフィなどで回路形成を行なう場合の焦点深度が浅くなるので、ステッパの結像面のより高い平坦度を必要とする。

【0003】半導体ウエハの表面を平坦化する手段とし

2

て、研磨面を有する研磨テーブルと、該研磨テーブルに対して被研磨材を把持してその研磨面を押圧する把持部材とを有し、これらの接触面間に被研磨面の素材に応じた所定の研磨液を供給しながら研磨を行なう化学・機械的研磨法(CMP)が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この化学・機械的研磨法は基板を全面に渡って研磨しながら平坦化するものであるため、基板上のマクロな凹凸を平坦化するには向いておらず、相当の研磨量と時間を要する。

【0005】本発明は、従来の化学・機械的研磨法に替わり、あるいはこれと併用することで、基板面をより効率的に平坦化できるようなポリッシング装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、基板の被加工面に対向して配置され、該被加工面にノズルより腐食性のガスを吹き付けてガスポリッシュを行なうノズル装置において、複数のノズルが所定の間隔で分散して配置されているノズル集合体と、各ノズルからの前記ガスの流れを個別に制御する制御機構とを有することを特徴とするノズル装置である。

【0007】このような構成のノズル装置において、例えば、所定の真空度に調整したチャンバ内に基板を置き、複数のノズルのそれぞれから被加工面に向けて、対応する位置における必要ポリッシュ量を得るように、圧力、流速、流量、ポリッシング時間等を制御しつつガスを噴射する。これにより、一度の工程で被加工面の所定範囲をポリッシュすることができる。

【0008】各位置における必要ポリッシュ量は、予め基板の表面の凹凸分布を測定しておき、これに基づいて算出しておく。また、各ノズル先端に遠隔センサを設け、凹凸分布を測定して必要ポリッシュ量をリアルタイムで算出しながらガス噴射量を制御してもよい。

【0009】各ノズルはできるだけ局部的にポリッシュを行って被加工面の整形機能を高めるようにするのが好ましく、ノズルの形状や径はその目的に応じて適宜のものが採用可能である。例えば、各ノズルからのガスが他の領域に影響を与えないように、ノズルの近傍に排気口を開口させるようにしてもよい。また、同様の目的で、ノズルを間欠的に開閉してガスをパルスとして噴射してもよく、これによってガス噴射量の制御性も向上させられる。

【0010】前記ノズルを、前記被加工面の全面に対応する領域に配置するようにしてもよい。これにより、一度の工程で被加工面の全面をポリッシュすることができる。また、前記ノズルを、前記被加工面を分割した形状に対応する領域に配置するようにしてもよい。これにより、分割の数に対応する数度の工程で被加工面の全面を

3

ポリッシュすることができる。

【0011】請求項2に記載の発明は、前記制御機構は、前記各ノズルに給気する給気管を個別に開閉する開閉弁を有し、前記開閉弁は前記ノズル集合体と一体に配置されていることを特徴とする請求項1に記載のノズル装置である。これにより、開閉弁からノズル先端までの間に残留するガスの影響を少なくして、制御精度を向上させることができる。

【0012】請求項3に記載の発明は、前記ノズル集合体には、ノズルの間隔を調整するためのノズル位置調整機構が設けられていることを特徴とする請求項1に記載のノズル装置である。これにより、対象基板の大きさやポリッシュの条件、目的等に応じてノズル間隔を調整し、より好適な条件でポリッシュを行なうことができる。

【0013】請求項4に記載の発明は、隣接する前記ノズルの間隔Dが、各ノズルが単独で行った所定量のポリッシュにおけるポリッシュ形状の半価幅をdとしたときに、 $0.9d/1.177 < D \leq 1.1d/1.177$ に設定されていることを特徴とする請求項1に記載のノズル装置である。これにより、複数のノズルによるポリッシュ後の形状が平坦な底部を有するようになるので、広い範囲を効率的に平坦化させることができる。

【0014】ノズルの間隔Dを、各ノズルが単独で行った所定量のポリッシュにおけるポリッシュ形状の半価幅をdとしたときに、 $D < d/1.177$ に設定してもよい。この場合、複数のノズルによるポリッシュ後の形状が、一つのノズルの時よりも深く大きくなるため、より大きな凹凸を削る場合には、 $D < d/1.177$ の設定を使用する。また、より大きなポリッシング形状を得ることができることにより、大きなポリッシング形状の間隔D'、半価幅d'とが $D' = d'/1.177 (\pm 10\%)$ となればより大きな範囲でより深くポリッシングし、かつ底部を平坦化させることができる。

【0015】各ノズルを正三角形の頂点に位置するような平面的配置としてもよい。これにより、隣接するノズルの間隔が全て均等になるようにノズルを配置して、平坦化を効率的に行うことができる。

【0016】前記制御機構が、前記各ノズルに給気する給気管を個別に開閉する開閉弁とを有し、前記開閉弁が前記ノズル集合体に近接して配置されるようにしてもよい。これにより、開閉弁からノズル先端までの間の空間を小さくして、弁の開閉とガス流れの間の時間のずれを小さくし、制御精度を向上させることができる。

【0017】請求項5に記載の発明は、請求項1ないし4のいずれかに記載のノズル装置と、化学・機械的研磨装置とが併設されていることを特徴とする基板の研磨装置である。これにより、まず基板の被加工面を局部的にガスポリッシュして、基板上のマクロな凹凸を除去したり、あるいは除去しやすくしてから、化学・機械的研磨

4

装置によりミクロな凹凸を除去するようにして、平坦性の高い研磨を効率的に行なうことができる。

【0018】請求項6に記載の発明は、基板の被加工面に対向して複数のノズルを配置するノズル配置工程と、該ノズルより腐食性のガスを所定量ずつ間欠的にパルス状に流し、かつ各ノズルからのガス流れを前記パルス数を調整することによって制御しながら前記被加工面に吹き付けるポリッシュ工程とを備え、前記ノズル配置工程において、各ノズルの間隔Dを、各ノズルが単独で行った所定量のポリッシュにおけるポリッシュ形状の半価幅をdとしたときに、 $0.9d/1.177 < D \leq 1.1d/1.177$ に設定することを特徴とするガスポリッシュ方法である。

【0019】請求項1ないし4のいずれかに記載のノズル装置によるガスポリッシュ工程、又は請求項6のガスポリッシュ工程と、化学・機械的研磨工程とを順次行うようにしてもよい。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面を参照して説明する。まず、図1及び図2により、ガスポリッシング装置の概要を説明する。このガスポリッシング装置は、図1に示すように、4つの真空排気可能な気密な部屋、すなわち、中央のロボット室10と、このロボット室10にそれぞれゲートバルブ12、14、16を介して接続された基板保管室18、膜厚測定室20、ポリッシング室22と、これらの部屋に付随する装置及び全体を統括する制御装置24を有している。膜厚測定室20には、例えば、非接触で基板W面までの距離を測定する遠隔センサや渦電流による膜厚測定器のセンサ、エアソメータによる膜厚測定器のセンサを基板面に沿って走査して基板面の凹凸の状態を数値的なデータとして得るための膜厚測定器26が設けられている。

【0021】ポリッシング室22は、図2に示すように、その中央に基板Wを載置する保持テーブル28が設けられ、これは基板Wを所定のポリッシング温度に維持するヒータ30と、基板を所定角度ずつ回転させる回転装置32とを備えている。保持テーブル28の上方の所定位置には、支持軸34を介して室外の昇降装置36に支持されたノズル集合体38が設けられている。ポリッシング室22の真空度を検知するセンサ48には、ポリッシング室を所定の真空度に排気する真空ポンプ40と、排ガス中の有害成分を除去する除害装置42を有する排気経路44と、必要に応じてパージガスを供給するパージガス供給経路46が設けられている。また、室内の真空度を検知するセンサ48、基板温度センサ（図示略）等が設けられている。

【0022】ノズル集合体38は、複数のノズル50がノズル盤52にこれを貫通するように取り付けられて構成され、各ノズル50には腐食性のガスを供給するフレキシブルなガス供給管54が接続されている。この供給

管54は束ねられてポリッシング室外部に導入され、ガス供給装置56に接続されている。ノズル集合体38は、この例では基板Wの表面の6分の1をカバーする形状のもので、図4に示すように、中心角が60度の扇形のノズル盤52に、所定の径のパイプ状のノズル50が、隣接するノズルとの距離が等しくなるように正三角形の頂点に位置するように分散して配置されている。

【0023】ガス供給装置56は、この例では、例えばC1F₃のような腐食性ガス58とAr等の不活性ガス60を混合して用いるようになっており、これらのガス源58、60には各供給管54ごとに、フィルタ62、流量制御器(MFC)64、電磁開閉弁66を有する供給配管68が設けられて各供給管54に接続されている。各供給配管68のMFC64、開閉弁66はそれぞれ制御装置24の制御出力端子に接続されており、制御装置によって各ガスの流量、開閉のタイミングが制御されるようになっている。

【0024】制御装置24は、電磁開閉弁66を間欠的に開いてポリッシングガスを、連続的にではなくパルスとして供給する。これにより、供給されたガスが噴射された基板W面を瞬間的にポリッシュした後に瞬時に拡散するようにして、局部的にポリッシュを行なうとともに、ポリッシュ量を左右するガス供給量の制御を容易にしている。勿論、連続的にガスを供給してもよい。

【0025】そして、ノズル集合体38におけるノズル50の間隔Dは、各ノズル50が単独で行った所定量のポリッシュにおけるポリッシュ形状の半価幅、すなわち、図5に示すように、1本のノズルによって形成される凹部Rの深さH₀の2分の1の位置における幅をdとすると、 $D=2\sigma=d/1.117$ に等しく設定されている。凹部Rの形状は正規分布をしており、この σ は標準偏差に相当する。このような σ の値は、ポリッシュを行なう種々の条件によって変化する。ここでは、以下のような条件で試験を行った。

【0026】被加工物： 多結晶シリコン

ポリッシュガス組成： C1F₃：Ar=1：2

ノズル径： 6.4mm(内径4.8mm)

ガス流量： 90cc

ポリッシュ時間： 0.6sec

被加工物の温度： 50℃

ポリッシュ最大深さH₀： 約1000Å

【0027】このような構成による作用を図6を参照して説明する。図6は、ノズルの間隔を変えた場合のポリッシング面の断面形状の変化を示すもので、ノズル集合体38によってポリッシュされる形状が各ノズル50のポリッシュ量を重ね合わせたものとなることを示している。

【0028】この図において、ノズル間隔Dが2 σ より小さい場合は、同図(a)ないし(c)に示すようにより深いプロファイルの凹部Rとなり、同図(d)に示す

ようにノズル間隔Dが2 σ と等しい場合には断面が台形状の凹部Rとなり、さらにノズル間隔Dが2 σ より大きくなると、同図(e)又は(f)に示すように底面に凹凸がある凹部Rが形成される。従って、ある程度の面積の箇所を平坦にポリッシュする場合には、

$$\delta=D/2\sigma$$

を1.0程度とすることが好ましい。 δ を1.0以下とすると複数のノズルによるポリッシング後の形状が、一つのノズルの時よりも深く大きくなるため、より大きな凹凸を削る場合には、 $D<d/1.117$ の設定を使用する。また、より大きな凹凸を得ることができることにより、大きなポリッシング形状の各々の間隔D'と半価幅d'とが $D'=d'/1.117(\pm 10\%)$ となればより大きな範囲でより深くポリッシングし、かつ底部を平坦化させることができる。

【0029】次に、このように構成されたガスポリッシング装置によって基板表面を平坦化する場合の工程を説明する。ポリッシングすべき基板Wは、まず保管室18から膜厚測定室20に移送され、そこで、膜厚測定器26によって基板面の全面に亘って膜厚が測定される。これにより、膜厚分布のデータが制御装置24の画像処理部24bに記憶される。

【0030】制御装置24の制御演算部24aはその膜厚データをもとに、ポリッシング室22において基板Wのどの部分をどの程度ポリッシングすべきかを定める。すなわち、基板Wを平坦化する場合であれば、得られた基板Wの膜厚のマップの山の部分をその高さに応じた量だけポリッシュするように、該当箇所の位置に対応するノズル50に流すガスの流量、濃度、時間(パルス数)等のパラメータを決定する。

【0031】この実施の形態では、ノズル集合体38が基板表面を6分割した形状となっているので、ポリッシュも基板表面を6分の1ずつ6回行なう。従って、各ノズル50ごとのパラメータは、6回のポリッシュ動作に対してそれぞれ決定される。

【0032】次に、ロボット10aによって基板Wはポリッシング室22に移送され、ここで、上述したパラメータに沿ってガスポリッシングされる。まず、ポリッシング室22を所定の真空状態とし、ヒータ30により基板温度を所定温度に加熱した後、図7に示すように、基板表面の最初の6分の1の部分のポリッシュを、上記のパラメータに沿ってノズル50からガスを流すことにより行なう。ノズル集合体38の高さは、各ノズルによるポリッシュのプロフィールやノズル間隔との関係に基づいて予め定め、昇降装置36で調整しておく。

【0033】この場合において、このノズル集合体では $\delta=1.0$ に設定しており、例えば、隣接する3本のノズル50から同時にガスを噴射すると、図6(d)に示すように断面が台形となるようなプロフィールの凹部Rを形成するようにポリッシュがなされる。この平坦部の

平面的な形状や面積は噴射ノズル50の本数を選択することにより適宜に設定される。このようにして、形状や断面を調整することができる平坦部を持つ凹部Rを順次組み合わせてポリッシュを行なうことにより、凹凸を精度良く平坦化することができる。次に、基板Wを6分の1回転して、この部分のガスポリッシュを行い、以下、同様に基板Wの全面のポリッシュを行なう。

【0034】そして、必要に応じて洗浄や乾燥工程を行ってから、ロボット10aによって膜厚測定室20に戻し、膜厚の再測定を行う。そして、基板面の凹凸の程度が許容基準範囲外である場合には再ポリッシングを行ない、範囲内である場合には保管室18に戻す。ガスポリッシングを行った後に、さらに化学・機械的研磨(CMP)を行って、ミクロな凹凸を除去するようにしても良い。

【0035】このようなノズル集合体38においては、基板全面を6分割しているため、ノズル盤52を基板全面に対応する大きさに形成する場合よりも小さくすることができるが、勿論、全面を2以上の適宜の数に分割してもよい。この例では、基板W側を回転させてノズル集合体38を次の処理面に移動したが、ノズル集合体側を移動するようにしてもよい。また、この例ではノズル盤52を扇状としたが、分割の形状は適宜であり、相対移動の方向も、回転でなくX-Y方向への直線移動でもよい。さらに、ノズル盤52を基板W全面に対応する大きさに形成してもよく、それにより、全面のポリッシュ動作を1回で行なってポリッシュ作業能率を向上させることができる。

【0036】図8は、この発明の他の実施の形態を示すもので、各ノズル50Aが、内側のガスノズル管70と外側の排気管71とからなる二重管として構成されている。各ノズル50Aの排気管71は図示しないマニホールドに集合しており、これは真空ポンプを有する排気経路に接続されている。この排気経路は、ポリッシング室22のものを共有してもよく、別途に設けてもよい。

【0037】このように構成された集合ノズル38では、ノズル管70の近傍に排気管71を開口させており、各ノズルから放出されたガスがその近傍で吸引されて排気される。従って、1つのノズルからのガスの影響がより局部的になるので、表面の形状制御がより精密に行われる。

【0038】図9及び図10は、この発明のさらに他の実施の形態を示すもので、ノズル集合体38Aにガス供給装置56の一部であるガス分配部が組み込まれているものである。すなわち、この例のノズル集合体38Aは、ノズル盤52Aと一体のケーシング72の中に所定圧のポリッシングガスを貯留するヘッダ74と、該ヘッダ74と各ノズル50を流量調整弁76及び開閉弁66を介して連絡する給気管78とを内蔵している。これらの弁は、それぞれ制御装置24の出力端子に接続され、

先の実施の形態と同様の方法で制御されてガスポリッシングが行われる。

【0039】このような構成のガスポリッシング装置においては、ノズル50を開閉する開閉弁66がノズル50の先端により近い位置に設けられているので、開閉弁66からノズル先端までの部分に存在するガスが弁66の閉止後に流れて制御の遅れが生じることが防止される。

【0040】図11に示すのは、この発明の他の実施の形態のノズル集合体38Bであり、これは円板状のノズル盤52Bに、中心に1本の固定ノズル50Bが設けられ、その周囲に6本の可動ノズル50Cが等間隔に、かつ摺動機構80を介して径方向に摺動可能に設けられている。各可動ノズル50Cの摺動機構80にはモータ82と、その回転を直線運動に変えるウォームギア84が設けられている。なお、この例では、6本の可動ノズル50Cを設けているが、さらにその外側に可動ノズルを増やすことも可能である。また、この例では、各ノズルごとにアクチュエータ(モータ)82を設けているが、複数のノズルをリンク機構で連結して、1つのアクチュエータで連動させるようにしてもよい。

【0041】このような構成のノズル集合体38Bにおいては、ポリッシング条件に応じてノズルの間隔Dを変えて用いることができる。従って、種々のポリッシュ条件によって2 σ の値が変わる場合には、それに追従させてノズル間隔Dを変えて、 $\delta=1.0$ になるように調整して用いる。また、 $\delta=1.0$ の場合だけでなく、図6(a)ないし(c)に示すようにシャープな断面形状の凹部を形成した方が良い場合にはDを小さくして $\delta<1.0$ として用いる。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、圧力、流速、流量、ポリッシュ時間等を制御しつつ各ノズルからガスを噴射することにより、一度の工程で被加工面の所定範囲を、各位置における必要ポリッシュ量を得るように、ポリッシュすることができる。また、ノズル間隔を適宜に設定し、各ノズルから流れを調整しつつガスを噴射することにより所要のプロフィールを有する凹部を形成することができる。従って、被加工面の所定範囲を、各位置における必要ポリッシュ量を得るようにポリッシュして、効率良く所定の表面形状を得ることができる。従って、半導体製造工程においては、従来の化学・機械的研磨法に替わり、あるいはこれと併用することで、基板面をより効率的に平坦化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のノズル装置が用いられるガスポリッシング装置の全体構成を示す平面図である。

【図2】図1のガスポリッシュ室の構成を示す断面図である。

【図3】ノズル装置の構成を示す図である。

【図4】ノズル集合体の構造を示す図である。

【図5】1つのノズルによるポリッシュ後の断面形状を示す図である。

【図6】ノズル間隔と被ポリッシュ面の断面形状の関係を示す図である。

【図7】基板をポリッシュする時のノズルの位置を示す図である。

【図8】ノズル集合体の他の実施の形態を示す図である。

【図9】ノズル装置の他の実施の形態を示す図である。

【図10】図9の実施の形態のノズル装置を示す図である。

【図11】ノズル集合体の構造の他の実施の形態を示す

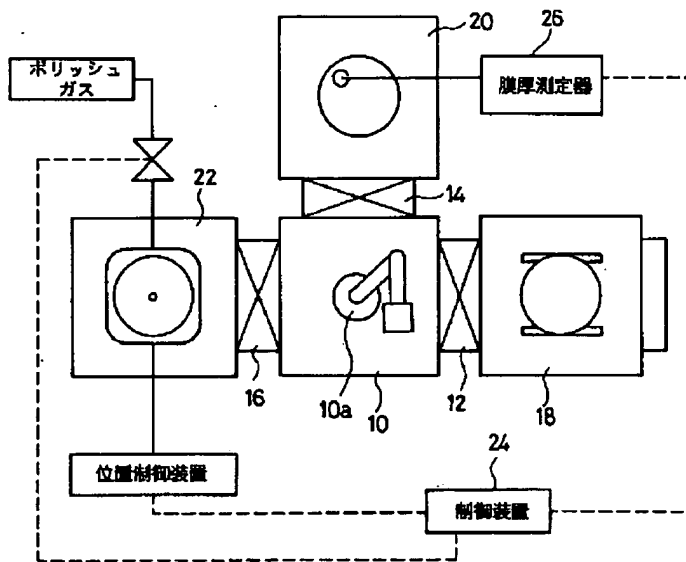
図である。

【図12】従来のCMP法によるポリッシュ工程を示す図である。

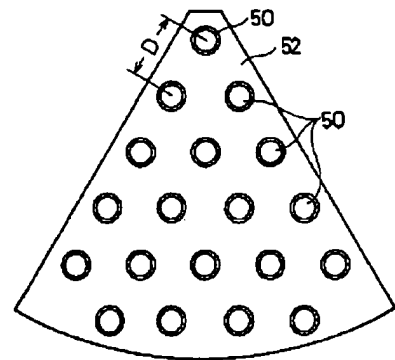
【符号の説明】

- | | |
|----|------------|
| 24 | 制御装置 |
| 38 | ノズル集合体 |
| 50 | ノズル |
| 52 | ノズル盤 |
| 58 | 腐食性ガス |
| 64 | 流量制御器(MFC) |
| 66 | 開閉弁 |
| 78 | 給気管 |
| 84 | ノズル位置調整機構 |
| W | 基板 |

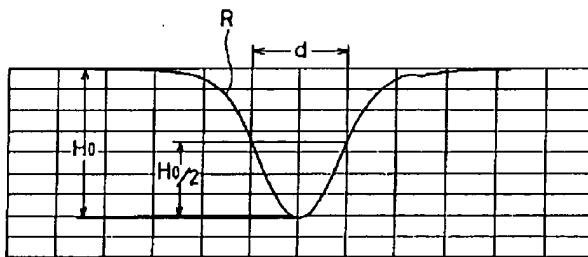
【図1】



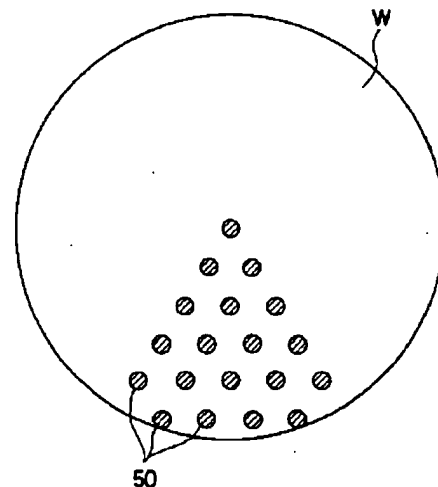
【図4】



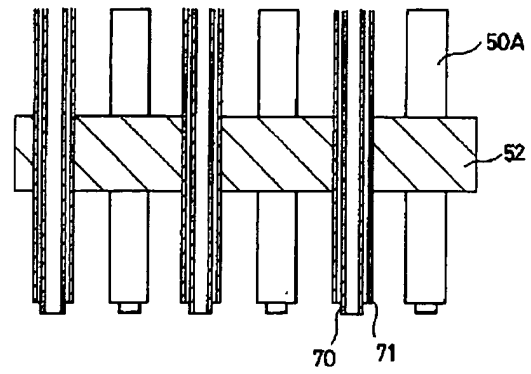
【図5】



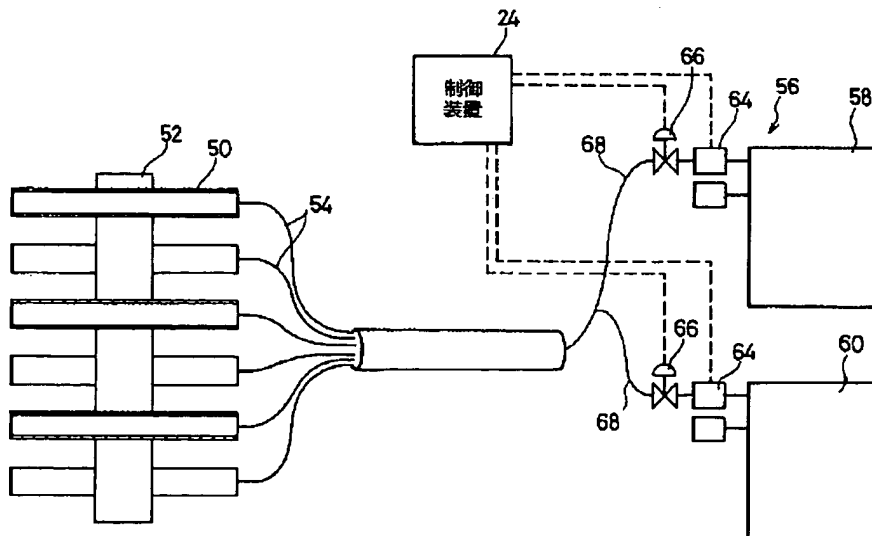
【図7】



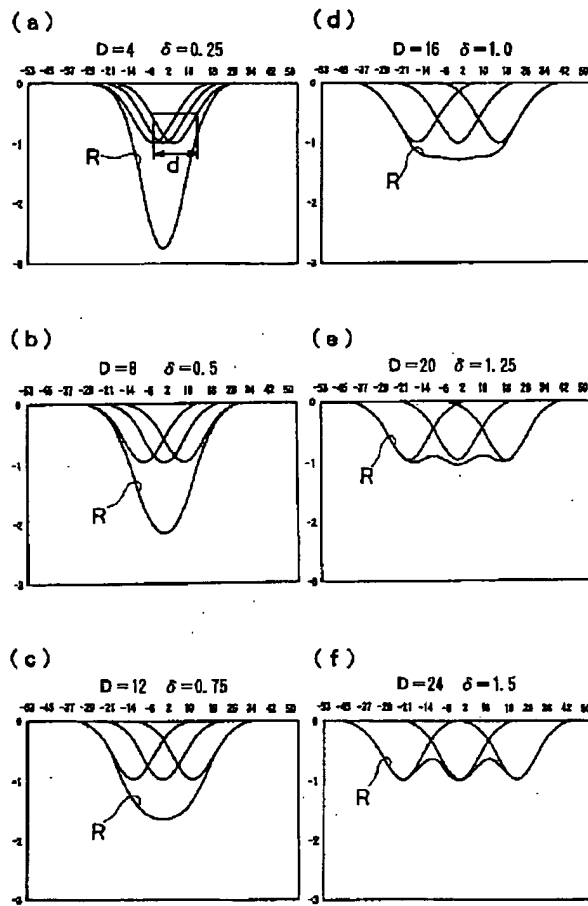
【図8】



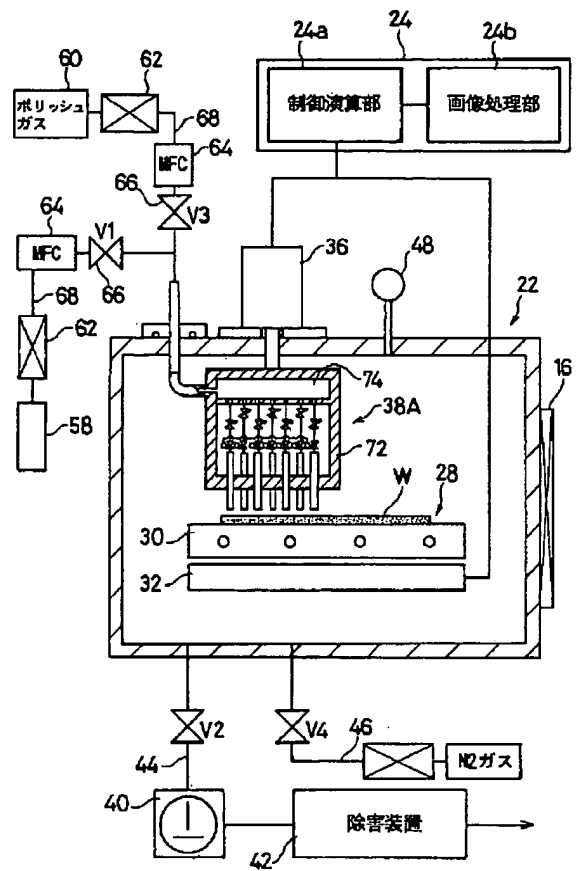
【図12】



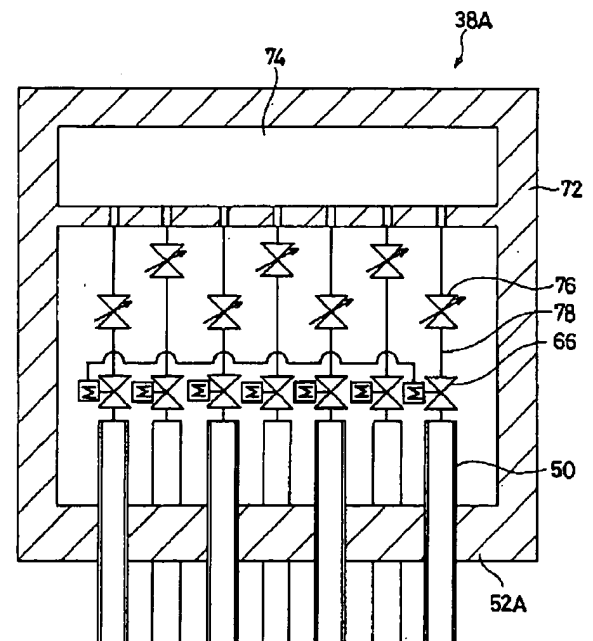
【図6】



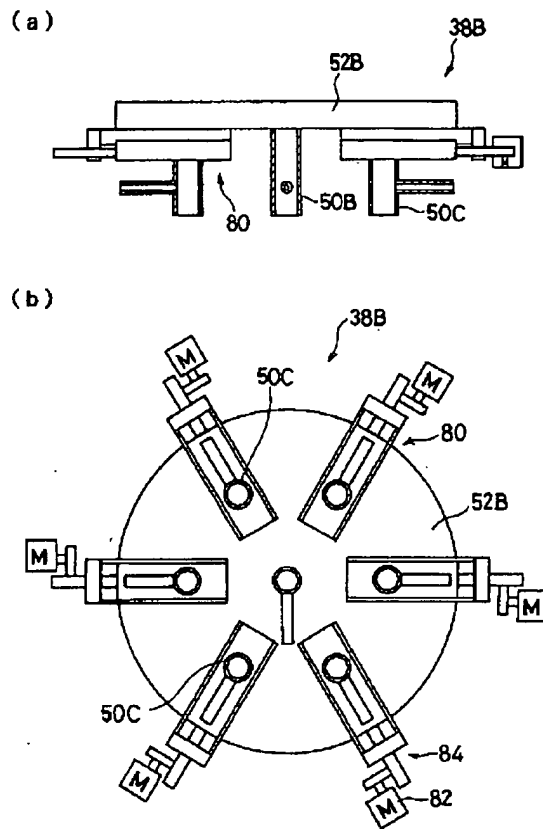
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 小林 洋一
 東京都大田区羽田旭町11番1号 株式会社
 荏原製作所内